
5. DESCRIPCIÓN DE UN CONJUNTO AMPLIO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA FAVORECER LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

DESCRIPCIÓN DE UN CONJUNTO AMPLIO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA FAVORECER LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

De forma coherente con el conjunto de impactos observados y previstos (ver apartado 3 de este documento: “Evaluación general de la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales frente al cambio climático y potenciales impactos”), se han identificado estrategias de adaptación y medidas más adecuadas para reducir la vulnerabilidad del ecosistema forestal en cuestión frente al cambio climático con la finalidad de salvaguardar sus procesos básicos y los servicios que proveen. Ya se ha comentado que los ecosistemas de la región van a tener dificultades para adaptarse de forma natural a las nuevas condiciones climáticas, por lo que es necesario disponer de medidas que faciliten, en la medida de lo posible, su adaptación asegurando su conservación, persistencia y capacidad de proveer de servicios ecosistémicos. Cuando se han identificado límites estrictos para la adaptación (tanto natural como con el apoyo de la intervención humana), se señala la necesidad de transición a ecosistemas forestales alternativos. En los anexos del presente documento se puede encontrar una descripción detallada de estrategias y medidas de adaptación al cambio climático para cada uno de los ecosistemas descritos en la introducción (ver apartados 8.2 y 8.3 para conocer las medidas propuestas para cada ecosistema objetivo). Se ha procurado que las medidas propuestas que puedan ponerse en práctica de modo realista, huyendo de situaciones que, aunque deseables, son poco abordables en las condiciones prácticas de recursos disponibles. Así mismo, el catálogo de medidas no está cerrado, sino que es susceptible de mejora con la evaluación de los resultados obtenidos una vez se pongan en práctica. Para ello se ha propuesto un diseño de red de gestión adaptativa que permita aumentar el conocimiento selvícola de forma integrada. Así, se pretende que el resultado ofrezca opciones diversas de las que, tras la oportuna evaluación local, se puedan priorizar y definir las adecuadas para su aplicación. Cabe en esta fase de evaluación local realizar un análisis detallado que permita, después de realizar

una revisión bibliográfica, recabar propuestas de personas expertas (mediante entrevistas y talleres) de forma que se fomente el debate y se difundan las acciones que se van a tomar. Esta aproximación ya ha sido implementada con anterioridad con éxito en otros lugares (ver como ejemplo el trabajo de la Universidad de California sobre corredores ecológicos¹) y permitirá, al final del proceso, disponer de medidas, sobre la base de las aquí propuestas, adaptadas a las condiciones locales.

Por otro lado, una adecuada definición y caracterización de la vulnerabilidad de los ecosistemas es clave para la definición de medidas de adaptación (HUFSCHMIDT, 2011) que necesariamente van a requerir recursos, siempre escasos, de diferente naturaleza, como presupuestarios (personal, inversiones, etc.), capital social (redes de relaciones entre diferentes actores, habilidades técnicas y sociales, etc.) o información (acceso a información científica, modelos de transferencia tecnológica, etc.). Una vez que la vulnerabilidad está caracterizada para cada ecosistema objetivo, se pueden implementar medidas de adaptación (antes, durante y después de los impactos) de forma que se optimicen los recursos empleados (figura 1). Las medidas de adaptación son efectivas para reducir la vulnerabilidad cuando se realizan de forma previa a los daños del cambio climático, ya que una vez que se han producido, las medidas reactivas solo mitigan los efectos adversos. En este informe se plantean, fundamentalmente, medidas de adaptación que deben implementarse antes de que los daños sean evidentes.

1 REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA. 2022. Corridors as Adaptation to Climate Change. Conservation Planning, Research and Extension. Accesible en: https://ucanr.edu/sites/merenlender/Research_Areas/Corridors_as_Adaptation_to_Climate_Change/

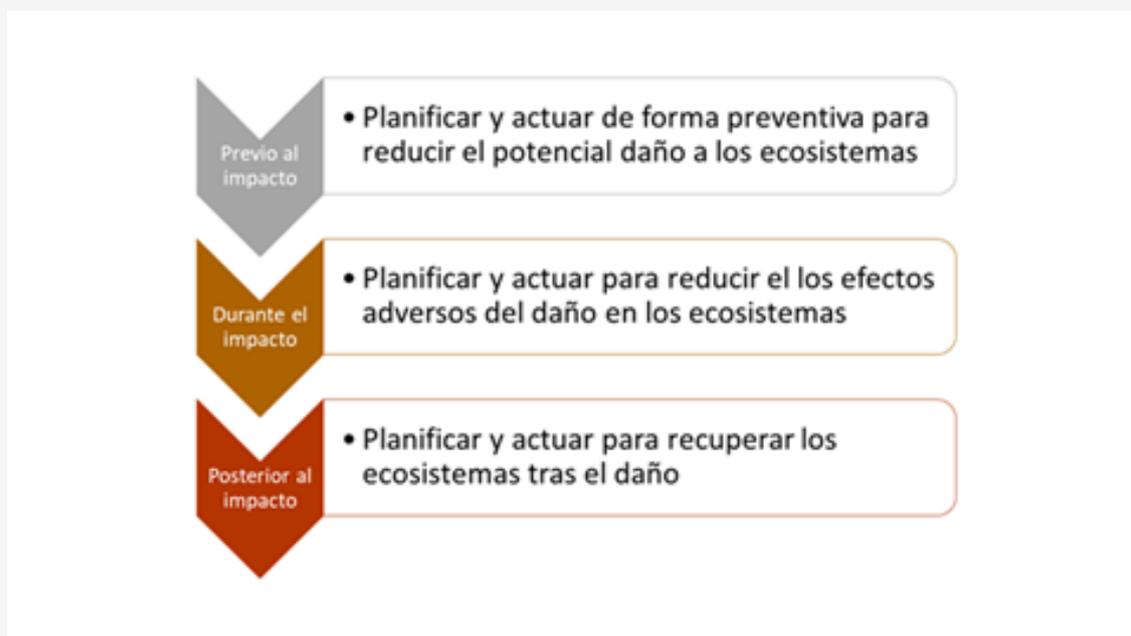


Figura 1. Capacidad de adaptación y su relación con la vulnerabilidad. La adaptación previa al impacto reduce la vulnerabilidad de los ecosistemas, mientras que las acciones reactivas (durante y tras el impacto) no lo hacen. Adaptado de HUFSCHMIDT (2011).

Antes de entrar en el detalle de las medidas que se proponen debe tenerse claro que, de forma general, se debe promover la flexibilidad en la aplicación de los métodos de ordenación y de los tratamientos selvícolas, adecuando los turnos y los periodos de regeneración a las nuevas condiciones climáticas. Se trata de seguir la marcha de las masas forestales, pero al mismo tiempo anticipando los posibles efectos adversos del cambio climático sobre los ecosistemas para ejecutar medidas de adaptación.

Las medidas que se proponen en este informe se han organizado en torno a cinco ejes, representando acciones generales que se han demostrado válidas en contextos de adaptación de la gestión de los ecosistemas naturales al cambio climático. Estos cinco ejes son los siguientes:

- i. Evitar la pérdida de calidad del suelo y de humedad edáfica
- ii. Promover y conservar la diversidad como estrategia de estabilidad ante la incertidumbre

- iii. Facilitar los cambios naturales de vegetación debido a las nuevas condiciones climáticas
- iv. Promover la resistencia y la resiliencia frente a las perturbaciones
- v. Evaluar la futura evolución de los ecosistemas

A continuación se describen estos apartados, mientras que en los capítulos 8.2 y 8.3 se presentan para cada ecosistema medidas de adaptación (cuatro primeros ejes), que pretenden servir de ejemplo para animar la discusión entre los gestores y otras personas expertas en la gestión de ecosistemas, de forma que se pueda llegar a un consenso sobre un conjunto de medidas aplicables a nivel operativo, favoreciendo, en la medida de lo posible, la adaptación de los ecosistemas al cambio climático en marcha.

Evitar la pérdida de calidad del suelo y de humedad edáfica

En este grupo se incluyen medidas con el objetivo de mantener y restaurar:

- i. La calidad del suelo, de forma que se minimicen las alteraciones estructurales como su fertilidad, favoreciendo los aportes de materia orgánica y nutrientes
- ii. Las condiciones hídricas del suelo, minimizando las pérdidas de agua
- iii. El funcionamiento equilibrado de la red de escorrentía, evitando drenajes o una aceleración del flujo del agua

iv. Las áreas amplias de ribera, evitando el régimen torrencial tras aguaceros

Se procurará que estas acciones, cuando sea posible, sean proactivas (antes de que aparezcan problemas en el suelo), pero serán especialmente relevantes para minimizar los daños y favorecer la recuperación de los ecosistemas tras perturbaciones. Se ha comprobado que, en ciertas condiciones, la regulación de la composición específica (promoviendo las masas mixtas) mejora las condiciones de fertilidad del suelo (LÓPEZ-MARCOS et al., 2019), por lo que será una acción con carácter multidimensional.

Promover y conservar la diversidad como estrategia de estabilidad ante la incertidumbre

Aunque sabemos que el clima está cambiando y conocemos los grandes cambios previstos (ver el apartado 2 del presente documento: "El clima en Castilla y León: pasado, presente y proyecciones futuras" y el sexto informe del IPCC (2022)), aún quedan muchas incertidumbres a escala local sobre el impacto de estos cambios. Por ello, una buena estrategia es promover y conservar la diversidad, tanto biológica como estructural, a diferentes niveles, desde la diversidad intraespecífica a la diversidad de paisajes. En este sentido, se plantean medidas tendentes a mantener e incrementar la diversidad específica y estructural como, por ejemplo, promover diversas clases de edad y estructuras irregulares, favorecer las especies y procedencias mejor adaptadas que cumplan con la provisión de servicios ecosistémicos prioritarios, promover o restaurar la diversidad de especies autóctonas, preservar áreas de elevada biodiversidad, y favorecer ecosistemas adaptados a fuegos de baja intensidad. También se incluyen medidas tendentes a asegurar la diversidad genética en cantidad y calidad suficiente mediante el uso de semillas y germoplasma de áreas geográficas más amplias (y no sólo de las regiones de procedencias actualmente recomendadas), favoreciendo el uso de genotipos mejor adaptados a condiciones futuras e incrementando la diversidad en viveros. Estas medidas se consideran de especial

relevancia en masas forestales productivas, pero deberían ser analizadas y, en su caso, contrastadas en todo tipo de masas. Finalmente, se plantean medidas relevantes tendentes a mantener refugios mediante la priorización de la protección de poblaciones y enclaves únicos, o con elevada biodiversidad, para priorizar comunidades y especies más sensibles (en este aspecto es relevante el apartado incluido en cada ficha recogiendo propuestas de enclaves o zonas de análisis por comarcas). La promoción de masas mixtas y de estructuras complejas (ver, por ejemplo, los apartados 8.2.6 sobre pinares de *Pinus sylvestris*; 8.2.11 sobre sabinas y enebrales; o 8.2.15 sobre fresnedas) y el fomento de la diversidad genética a diferentes escalas (ver apartados 8.2.10 sobre pinares de *Pinus halepensis*; o 8.2.14 sobre plantaciones de *Populus* sp.) serán claves dentro de este eje. En este sentido, los avances científicos muestran que la respuesta de las masas mixtas a factores claves como la sequía está muy influida por las especies que componen la mezcla, siendo mayor el efecto positivo de respuesta a la sequía cuando la mezcla incluye una conífera y una frondosa frente a las mezclas de dos frondosas (PARDOS et al., 2021), mientras que la diversidad genética, tanto inter como intraespecífica, aumenta la resiliencia de los ecosistemas.

Facilitar los cambios naturales de vegetación debido a las nuevas condiciones climáticas

Las composiciones específicas que hoy se pueden ver en los ecosistemas de Castilla y León no serán posibles en algunos casos, por lo que se deberá facilitar la transición de especies dentro de comunidades al tiempo que se favorece la migración, promoviendo la conectividad a escala paisaje.

Para facilitar la transición de especies dentro de las comunidades, se plantea que se implementen acciones con el objetivo de:

- i. Anticipar y responder al decaimiento de especies (claras y clareos, control de la composición específica y de las estructuras de madera muerta)
- ii. Guiar la composición específica al inicio del desarrollo de la transición mediante clareos
- iii. Introducir o densificar con especies de interés para una posible transición para evitar masas monoespecíficas con dudas sobre su adaptación a futuras condiciones
- iv. Favorecer especies autóctonas, que se presumen mejor adaptadas a futuras condiciones
- v. Promover la coexistencia de especies o poblaciones con mayor rango de tolerancia a aridez y calor (ver apartado 3 acerca de la vulnerabilidad de ecosistemas)

Además, se favorecerá la migración de especies promoviendo la conectividad de ecosistemas. Esto

requerirá que se planifiquen las acciones a escala paisaje (en muchos casos a nivel supracomarcal) de forma que se reduzca la fragmentación y se aumente la conectividad, creando corredores forestales mediante acciones de forestación y estableciendo áreas de reserva (donde la persistencia se asegure adecuadamente) vinculadas a la red de conectividad. En este punto, cabe resaltar la urgencia de considerar como prioritaria la intervención en paisajes que, como Tierra de Campos (comarca 5 según la comarcalización de este trabajo), presentan un claro déficit de ecosistemas naturales y seminaturales, agravado por prácticas agrícolas intensivas o por el abandono temprano de acciones tendentes a promover la biodiversidad (debido en general a los vaivenes en las acciones asociada a la política agraria común) y por programas de concentración agraria que, cuando se realizaron, redujeron drásticamente la conectividad de ecosistemas.

La planificación de áreas susceptibles de restauración urgente, o que puedan dejarse a la revegetación natural, debe realizarse con anticipación. Para un análisis de la revegetación natural en cinco áreas claves de Castilla y León se recomienda ver los resultados del proyecto CASE-CO2² y en particular del trabajo de VELÁZQUEZ et al. (2022).

² EU PUBLICATIONS OFFICE. s. f. CASE-CO2. Carbon Accumulation over Succession to Enhance mitigation of CO2 emissions. Accesible en: <https://cordis.europa.eu/project/id/799885>

Promover la resistencia y la resiliencia frente a las perturbaciones

En este grupo se encuadran las medidas de adaptación frente a agentes bióticos y abióticos que puedan afectar a los ecosistemas forestales. Estas medidas tienen como objetivos:

- i. Reducir el impacto de los agentes biológicos que puedan modificar el equilibrio ecológico
- ii. Incrementar la resiliencia de los ecosistemas para que sean menos vulnerables a incendios o vientos, promoviendo, donde sea necesario, respuestas rápidas tras perturbaciones severas

PRIETO-RECIO et al. (2015), analizando procesos de decaimiento y seca en pinares en la región, proponen intensificar los regímenes de claras y alargar los turnos para favorecer la resiliencia y resistencia de *Pinus pinaster* en zonas donde esta especie está sufriendo episodios intensos de decaimiento debido al cambio climático, la intensificación del uso de los acuíferos y el abandono de la silvicultura.

Así, para reducir el impacto de los agentes biológicos, se plantean medidas que mantengan o mejoren la capacidad para resistir plagas y enfermedades (aquí se incluyen medidas ya comentadas

con anterioridad, como promover las masas mixtas de las cuales VAN HALDER et al. (2019) exponen las diversas teorías que sustentan esta medida, evaluando su impacto en masas mixtas con una afectación por muérdago elevada) o que prevean y eviten la introducción de especies invasoras. También se plantean medidas relevantes para planificar de forma adecuada el manejo de los herbívoros (domésticos y silvestres) para asegurar la regeneración.

El incremento de la resiliencia de los bosques y su protección frente a fuegos o vientos es otro objetivo clave por la que se debe procurar modificar la estructura y composición de las masas, de forma que sean más tolerantes a las nuevas condiciones climáticas. Se propone promover masas mixtas, modificando los regímenes de claras debido a las reducciones esperadas en las densidades máximas de rodal para diversas especies (RODRÍGUEZ DE PRADO et al., 2020), así como generar bandas de vegetación no arbórea de amplitud suficiente para que la propagación de los incendios se vea dificultada. En este sentido, se deben implementar acciones tendentes a reducir la biomasa (de forma compatible con los valores de biodiversidad asociados a la madera muerta) para evitar condiciones de xericidad inducidas por la acumulación de biomasa muerta bajo el dosel arbóreo. Los aprovechamientos deben modificar su ejecución para adecuarlos a las nuevas situaciones (sequías frecuentes, eventos climáticos extremos, etc.) y evitar incrementar riesgos de incendios o erosión por mala praxis (PEMÁN, 2021a).

Los tratamientos de regeneración deberán adaptarse (CALAMA et al., 2017; GORDO et al., 2012). Se deberá revisar la regulación de las cortas, promoviendo la reducción gradual de la densidad frente

a las cortas a hecho, así como el tamaño de las intervenciones, priorizando actuaciones de pequeña escala e inferior duración. También se recomienda ampliar el periodo de regeneración para facilitar el éxito del regenerado (BRAVO et al., 2017; RUANO et al., 2009, 2015). A su vez, los clareos pueden utilizarse para favorecer el desarrollo y maduración de las masas (RUANO et al., 2013), de forma que se incremente la resiliencia frente a perturbaciones.

La rápida respuesta frente a perturbaciones severas son claves para la adaptación de los ecosistemas. Para poder generar respuestas rápidas, conviene mejorar el seguimiento y monitoreo de todos los indicadores de cambio climático. Esto corresponde a la AEMET y a organismos similares, pero debe disponerse de flujos de información adecuados dentro de las estructuras administrativas encargadas del medio natural. Además, se debe facilitar, mediante los cambios normativos oportunos, que las medidas que finalmente se propongan puedan implementarse en el marco de los instrumentos de planificación forestal a todos los niveles, y tener previsto un sistema de toma de decisiones ágiles para dar respuesta a perturbaciones que requieran una respuesta urgente.

Por otro lado, tener accesibilidad a los enclaves más frágiles y disponer de los recursos necesarios, como disponibilidad plantas en viveros de las especies y genotipos requeridos ante las condiciones futuras para que la respuesta a tiempo sea posible, son fundamentales. Además, deben mejorarse los sistemas de plantación para reducir el estrés por sequía (PEMÁN et al., 2021b).

Evaluar la futura evolución de los ecosistemas

Ante una situación de incertidumbre como la que estamos viviendo, es clave disponer de herramientas y procedimientos que no solo permitan definir medidas de adaptación de ecosistemas, sino que ayuden a generar conocimiento para adaptar la gestión forestal en sí misma. Dados los plazos de respuesta de los sistemas forestales, los métodos tradicionales de investigación deben ser complementados con estrategias de adquisición de conocimiento basadas en la gestión adaptativa (BRAVO, 2013). Para poder diseñar estas medidas de adaptación y facilitar el seguimiento de los impactos

del cambio climático sobre los ecosistemas, se han diseñado dos redes de seguimiento que incluyen:

- i. Una red centinela de alerta temprana regional
- ii. Una red de gestión adaptativa para la adaptación de la gestión forestal al cambio climático.

En el caso de la red centinela, que se basará en los esfuerzos que ya se vienen realizando (p.e., por

el Centro de Sanidad forestal de Calabazanos³), complementada con una red de dinámica forestal y con el apoyo de herramientas de ciencia ciudadana. Se trata de potenciar una red de impactos del cambio climático que permitirá responder de forma ágil a los efectos detectados, y así poner en marcha medidas de adaptación concretas.

La red de gestión adaptativa se plantea como una herramienta para la adaptación permanente de la gestión y la política del medio natural. El objetivo general es conseguir transformar la experiencia local obtenida, sin valor para determinar relaciones causales, en información útil para analizar los porqués de los resultados obtenidos.

³ Centro de Sanidad Forestal de Calabazanos. Medio Ambiente de Castilla y León. Accesible en: https://medioambiente.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1285112993588/_/_/_

De esta forma, se podrá incrementar y consolidar el conocimiento técnico aplicado en la gestión del medio natural. Mediante las bases de datos generadas con el desarrollo de programas de gestión adaptativa se pretende disponer a medio plazo (de 5 a 10 años) de información suficiente para realizar el análisis de hipótesis múltiples mediante la selección de modelos competitivos. Esta red de gestión adaptativa tendrá un papel importante tanto en el seguimiento de las acciones y la demostración como en la generación de nuevo conocimiento aplicado a las condiciones regionales.

Promover la resistencia y la resiliencia frente a las perturbaciones

Para poder disponer de medidas enfocadas a mantener la capacidad adaptativa y evolutiva de los ecosistemas, que se aplicarán a una escala espacial más amplia que el ecosistema concreto (conectividad, material genético de reproducción, etc.), se precisan definir directrices de política forestal y del medio natural de aplicación general que, siendo flexibles, permitan la adaptación a las nuevas condiciones. En concreto, se considera necesario que se generen directrices generales de adaptación en relación con los siguientes aspectos:

- i. Adaptación de las recomendaciones de uso de material forestal de reproducción, lo que implicará en algunos casos trabajos de ensayos para determinar las soluciones más adecuadas.
- ii. Elaboración de guías de claras y clareos adaptadas a las condiciones locales esperadas de densidades máximas de rodal (RODRÍGUEZ DE PRADO et al., 2020), y haciendo una evaluación local de la necesidad de las mismas (ELKIN et al., 2015)
- iii. Adaptación de las instrucciones de ordenación de montes arbolados, en especial los contenidos relacionados con la selección de la composición específica y la forma de reproducción, la definición del turno y los métodos de

regeneración (CALAMA et al., 2017; GORDO et al., 2012; RUANO et al., 2013, 2015)

iv. Definición de zonas prioritarias para desarrollar refugios y áreas de conectividad como en KEELEY et al. (2018) o lo propuesto por la Universidad de California⁴

v. Diseño y puesta en marcha de un plan de ayudas a la gestión y conservación de montes privados que incida en medidas de adaptación como las incluidas en los anexos del presente trabajo

⁴ REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA. 2022. Corridors as Adaptation to Climate Change. Conservation Planning, Research and Extension. Accesible en: https://ucanr.edu/sites/merenlender/Research_Areas/Corridors_as_Adaptation_to_Climate_Change/

- vi. Desarrollo e implementación de un plan de seguimiento para la observación de los impactos provocados por el cambio climático y de la adecuación de las medidas de adaptación puestas en práctica, apoyado en la red centinela de alerta temprana propuesta en el presente trabajo (ver capítulo 6.1)
- vii. Desarrollar y llevar a cabo un programa de gestión forestal adaptativa (ver capítulo 6.2) que permita adaptar las medidas de gestión forestal a las condiciones climáticas en cada momento
- viii. Promover la creación de sistemas agroforestales cuando sea posible (ver capítulo 8.2 sobre plantaciones de *Populus* sp.) aumentando la compatibilidad de usos y promoviendo la resiliencia de los ecosistemas.
- ix. Establecer medidas orientadas a conseguir el equilibrio entre bosque (renovación de las masas) y poblaciones de grandes ungulados
- x. Realizar una revisión de la legislación sobre material forestal de reproducción con medidas para promover la producción de materiales adecuados para las condiciones climatológicas futuras

REFERENCIAS

BRAVO, F. 2013. ¿SE PUEDE GENERAR CONOCIMIENTO MEDIANTE LA GESTIÓN ADAPTATIVA PARA FUNDAMENTAR UN CAMBIO DE PARADIGMA DE LA SELVICULTURA? ACTAS DEL 60 CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL. [HTTPS://DIALNET.UNIRIOJA.ES/DESCARGA/ARTICULO/7346730.PDF](https://dialnet.unirioja.es/Descarga/Articulo/7346730.pdf)

BRAVO, F., MAGUIRE, D. A., & GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S. C. 2017. FACTORS AFFECTING CONE PRODUCTION IN *PINUS PINASTER* AIT.: LACK OF GROWTH-REPRODUCTION TRADE-OFFS BUT SIGNIFICANT EFFECTS OF CLIMATE AND TREE AND STAND CHARACTERISTICS. *FOREST SYSTEMS*, 26(2), e07S. [HTTPS://DOI.ORG/10.5424/FS/2017262-11200](https://doi.org/10.5424/fs/2017262-11200)

CALAMA, R., MANSO, R., LUCAS-BORJA, M. E., ESPELTA, J. M., PIQUÉ, M., BRAVO, F., DEL PESO, C., & PARDOS, M. 2017. NATURAL REGENERATION IN IBERIAN PINES: A REVIEW OF DYNAMIC PROCESSES AND PROPOSALS FOR MANAGEMENT. *FOREST SYSTEMS*, 26(2), eR02S. [HTTPS://DOI.ORG/10.5424/FS/2017262-11255](https://doi.org/10.5424/fs/2017262-11255)

ELKIN, C., GIUGGIOLA, A., RIGLING, A., & BUGMANN, H. 2015. SHORT- AND LONG-TERM EFFICACY OF FOREST THINNING TO MITIGATE DROUGHT IMPACTS IN MOUNTAIN FORESTS IN THE EUROPEAN ALPS. *ECOLOGICAL APPLICATIONS*, 25(4), 1083-1098. [HTTPS://DOI.ORG/10.1890/14-0690.1](https://doi.org/10.1890/14-0690.1)

GORDO, J., CALAMA, R., PARDOS, M., BRAVO, F., & MONTERO, G. 2012. LA REGENERACIÓN NATURAL DE LOS PINARES EN LOS ARENALES DE LA MESETA CASTELLANA. INSTITUTO UNIVERSITARIO DE GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE UNIVERSIDAD DE VALLADOLID-INIA. [HTTP://SOSTENIBLE.PALENCIA.UVA.ES/SYSTEM/FILES/PUBLICACIONES/LA%20REGENERACION%20%20NATURAL%20EN%20LOS%20PINARES%20EN%20LOS%20ARENALES%20DE%20LA%20MESETA%20CASTELLANA.PDF](http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/LA%20REGENERACION%20%20NATURAL%20EN%20LOS%20PINARES%20EN%20LOS%20ARENALES%20DE%20LA%20MESETA%20CASTELLANA.PDF)

HUFSCHMIDT, G. 2011. A COMPARATIVE ANALYSIS OF SEVERAL VULNERABILITY CONCEPTS. *NAT HAZARDS*, 58(2), 621–643. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S11069-011-9823-7](https://doi.org/10.1007/s11069-011-9823-7)

IPCC. 2022. SIXTH ASSESSMENT REPORT. RECUPERADO EL 22 DE AGOSTO DE 2022. ACCESIBLE EN: [HTTPS://WWW.IPCC.CH/ASSESSMENT-REPORT/AR6/](https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/).

KEELEY, A., ACKERLY, D., CAMERON, D. R., HELLER, N., HUBER, P., SCHLOSS, C., THORNE, J., & MERENLENDER, A. 2018. NEW CONCEPTS, MODELS, AND ASSESSMENTS OF CLIMATE-WISE CONNECTIVITY. *ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS*, 13(7), 073002. [HTTPS://IOPSCIENCE.IOP.ORG/ARTICLE/10.1088/1748-9326/AAC885](https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aac885)

LÓPEZ-MARCOS, D., TURRIÓN, M. B., BRAVO, F., & MARTÍNEZ-RUIZ, C. 2019. UNDERSTORY RESPONSE TO OVERSTORY AND SOIL GRADIENTS IN MIXED VERSUS MONOSPECIFIC MEDITERRANEAN PINE FORESTS. *EUROPEAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH*, 138(6), 939-955. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S10342-019-01215-0](https://doi.org/10.1007/s10342-019-01215-0)

PARDOS, M., DEL RÍO, M., PRETZSCH, H., JACTEL, H., BIELAK, K., BRAVO, F., BRAZAITIS, G., DEFOSSEZ, E., ENGEL, K., GODVOD, M., JACOBS, K., JANSONE, L., JANSONS, A., MORIN, X., NOTHDURFT, A., ORETI, L., PONETTE, Q., PACH, M., RIOFRÍO, J., ... CALAMA, R. 2021. THE GREATER RESILIENCE OF MIXED FORESTS TO DROUGHT MAINLY DEPENDS ON THEIR COMPOSITION: ANALYSIS ALONG A CLIMATE GRADIENT ACROSS EUROPE. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 481(1), 118687. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2020.118687](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118687)

PEMÁN, J. 2021. TECNOLOGÍA DE LAS OPERACIONES PARA LA EXTRACCIÓN DE LOS PRODUCTOS FORESTALES. EDICIONS DE LA UNIVERSITAT DE LLEIDA. [HTTPS://REPOSITORI.UDL.CAT/HANDLE/10459.1/72146](https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/72146)

PEMÁN, J., NAVARRO, R. M., PRADA, M. A., & SERRADA, R. 2021. BASES TÉCNICAS Y ECOLÓGICAS DEL PROYECTO DE REPOBLACIÓN FORESTAL DEMOGRÁFICO. TOMOS I Y II. MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO.

PRIETO-RECIO, C., MARTÍN-GARCÍA, J., BRAVO, F., & DIEZ, J. J. 2015. UNRAVELLING THE ASSOCIATIONS BETWEEN CLIMATE, SOIL PROPERTIES AND FOREST MANAGEMENT IN *PINUS PINASTER* DECLINE IN THE IBERIAN PENINSULA. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 356, 74-83. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2015.07.033](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.07.033)

RODRÍGUEZ DE PRADO, D., SAN MARTÍN, R., BRAVO, F., & HERRERO, C. 2020. POTENTIAL CLIMATIC INFLUENCE ON MAXIMUM STAND CARRYING CAPACITY FOR 15 MEDITERRANEAN CONIFEROUS AND BROAD-LEAF SPECIES. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 460, 117824. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2019.117824](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117824)

RUANO, I., MANSO, R., FORTIN, M., & BRAVO, F. 2015. EXTREME CLIMATE CONDITIONS LIMIT SEED AVAILABILITY TO SUCCESSFULLY ATTAIN NATURAL REGENERATION OF *PINUS PINASTER* IN SANDY AREAS OF CENTRAL SPAIN. *CANADIAN JOURNAL FOREST RESEARCH*, 45, 1795-1802. [HTTPS://DOI.ORG/10.1139/CJFR-2015-0257](https://doi.org/10.1139/CJFR-2015-0257)

RUANO, I., PANDO, V., & BRAVO, F. 2009. HOW DO LIGHT AND WATER INFLUENCE *PINUS PINASTER* AIT. GERMINATION AND EARLY SEEDLING DEVELOPMENT? *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 258(12), 2647-2653. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2009.09.027](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.027)

RUANO, I., RODRÍGUEZ-GARCÍA, E., & BRAVO, F. 2013. EFFECTS OF PRE-COMMERCIAL THINNING ON GROWTH AND REPRODUCTION IN POST-FIRE REGENERATION OF *PINUS HALEPENSIS* MILL. *ANNALS OF FOREST SCIENCE*, 70, 357-366. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S13595-013-0271-2](https://doi.org/10.1007/s13595-013-0271-2)

VAN HALDER, I., CASTAGNEYROL, B., ORDÓÑEZ, C., BRAVO, F., DEL RÍO, M., PERROT, L., & JACTEL, H. 2019. TREE DIVERSITY REDUCES PINE INFESTATION BY MISTLETOE. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 449, 117470. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2019.117470](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117470)

VELÁZQUEZ, E., MARTÍNEZ-JARAÍZ, C., WHEELER, C., MITCHARD, E. T. A., & BRAVO, F. 2022. FOREST EXPANSION IN ABANDONED AGRICULTURAL LANDS HAS LIMITED EFFECT TO OFFSET C EMISSIONS FROM A MEDITERRANEAN-CONTINENTAL REGION IN CENTRAL-NORTH SPAIN REGIONAL ENVIRONMENTAL CHANGE. (ACEPTADO, 22-09-2022)

